



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Art Unit : 1742

Customer No.: 035811

Examiner :

Serial No. : 10/606,081

Filed : June 25, 2003

Inventors : Hiroki Ota

: Takumi Ujio

: Osamu Furukimi

: Noriyuki Nakashima

: Masato Shigemi

: Toshihiro Kasamo

Docket No.: 1184-03

Title

: STRUCTURAL Fe-Cr STEEL SHEET,  
: MANUFACTURING METHOD THEREOF,  
: AND STRUCTURAL SHAPED STEEL

Confirmation No.: 4270

Dated: October 8, 2003

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

**Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8**

For

Postcard

Claim for Priority Under 35 U.S.C. §119

Certified Copy of Japanese Appln. No. JP 2002-195479

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date appearing below.

Name of Applicant, Assignee, Applicant's Attorney  
or Registered Representative:

Piper Rudnick LLP  
Customer No. 035811

By: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

*[Signature]*  
8 OCT 2003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Art Unit : 1742

Customer No.: 035811

Examiner :

Serial No. : 10/606,081

Filed : June 25, 2003

Inventors : Hiroki Ota

: Takumi Ujira

: Osamu Furukimi

: Noriyuki Nakashima

: Masato Shigemi

: Toshihiro Kasamo

Title : STRUCTURAL Fe-Cr STEEL SHEET,  
: MANUFACTURING METHOD THEREOF,  
: AND STRUCTURAL SHAPED STEEL

Docket No.: 1184-03

Confirmation No.: 4270

Dated: October 8, 2003

---


**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

We submit herewith the certified copy of Japanese Patent Application No. JP 2002-195479,  
filed July 4, 2002, the priority of which is hereby claimed.

Respectfully submitted,

  
T. Daniel Christenbury  
Reg. No. 31,750  
Attorney for Applicants

TDC:ks  
(215) 656-3300

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 7月 4日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-195479

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-195479 ]

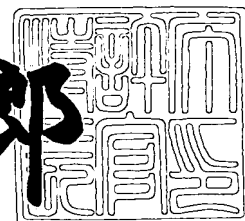
出 願 人  
Applicant(s):

J F E スチール株式会社

2003年 6月 2日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3042607

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J00525

【提出日】 平成14年 7月 4日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 C22C 38/00

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社  
技術研究所内

【氏名】 太田 裕樹

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社  
技術研究所内

【氏名】 宇城 工

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社  
技術研究所内

【氏名】 古君 修

【発明者】

【住所又は居所】 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目（番地なし） 川崎製鉄  
株式会社 水島製鉄所内

【氏名】 松尾 紀之

【特許出願人】

【識別番号】 000001258

【氏名又は名称】 川崎製鉄株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080687

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 順三

【電話番号】 03-3561-2211

【選任した代理人】

【識別番号】 100077126

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 盛夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011947

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 軽量形鋼用鋼板とその製造方法および軽量形鋼

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

C : 0.0025～0.010mass%、

N : 0.0025～0.0060mass%、

C + N : 0.015mass%以下、

Si : 0.01～1.0mass%、

Mn : 0.01～0.30mass%、

P : 0.04mass%以下、

S : 0.03mass%以下、

Cr : 8.0mass%以上10.0mass%未満、

Cu : 0.01～1.0mass%、

Ni : 0.01～1.0mass%、

V : 0.03～0.20mass%、

Al : 0.05mass%以下

を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の組成からなり、引張強さが400～450 MPaであることを特徴とする軽量形鋼用鋼板。

【請求項 2】

上記成分組成に加えてさらに、Mo : 1.0mass%以下を含有することを特徴とする請求項 1 に記載の軽量形鋼用鋼板。

【請求項 3】

上記請求項 1 または 2 に記載の鋼板を切断した後、電気抵抗溶接によって所定形状の形鋼にしたことを特徴とする軽量形鋼。

【請求項 4】

C : 0.0025～0.010mass%、

N : 0.0025～0.0060mass%、

C + N : 0.015mass%以下、

Si : 0.01～1.0mass%、

Mn : 0.01~0.30mass%、

P : 0.04mass%以下、

S : 0.03mass%以下、

Cr : 8.0mass%以上10.0mass%未満、

Cu : 0.01~1.0mass%、

Ni : 0.01~1.0mass%、

V : 0.03~0.20mass%、

Al : 0.05mass%以下

を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物からなる鋼素材を1100~1250℃の温度に加熱し、1000℃超の温度において圧下率が30%以上となる粗圧延を少なくとも1パス行った後、930℃超の温度で熱間圧延を終了し、810℃超の温度で巻取り、800~400℃間の冷却速度を2℃/分以下とすることにより、引張強さが400~450MPaの範囲とすることを特徴とする軽量形鋼用鋼板の製造方法。

【請求項5】

上記鋼素材の成分組成に加えてさらに、

Mo : 1.0mass%以下

を含有することを特徴とする請求項4に記載の軽量形鋼用鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、耐食性、耐久性、溶接性および溶接部の特性が優れることが要求される橋梁や住宅構造物等の土木・建築構造物に用いられる鋼板に関し、特に、溶接時の急熱・急冷が著しい電気抵抗溶接による加工を行っても、上記特性の低下が起きない土木・建築構造物に用いる軽量形鋼用の鋼板およびその製造方法を提供するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、土木・建築用構造材料としては、SS400等の普通鋼やSM490等の高張力鋼およびこれらの鋼材に塗装やめっき処理を施した材料が主に使用されてきた。一

方、近年では、設計の多様化や環境問題への意識の高まりに伴い、各種材料の使用が検討されている。中でも、耐食性や意匠性に優れたFe-Cr合金は、発錆に対する保守費用がほとんど必要ないため、ライフサイクルコスト(LCC)の点で、非常に魅力的な材料である。

#### 【0003】

上記Fe-Cr合金の中で、従来から土木・建築用構造材料として検討されてきたのは、材料強度、耐食性、溶接性、溶接部靱性および汎用性の点から使用実績が最も多い、オーステナイト系ステンレス鋼である。このオーステナイト系ステンレス鋼は、強度、耐食性、耐火性および溶接部靱性等の特性において、土木・建築用材料として十分に満足し得る特性を有している。しかしながら、オーステナイト系ステンレス鋼は、NiやCr等の合金元素を多量に含有しているため、普通鋼に比べると格段に高価であり、従来の普通鋼や高張力鋼およびそれにめっきや塗装を施した材料の代替材として使用するのには難しく、適用範囲が極めて狭いという問題があった。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

このような問題に対し、高価なNiを含まず、しかもCr含有量が比較的少ないマルテンサイト系ステンレス鋼を土木・建材用として用いることが検討されている。マルテンサイト系ステンレス鋼は、高Cr合金で問題になる $\sigma$ 脆化や475℃脆化等の心配がなく、さらにオーステナイト系ステンレス鋼で問題となる塩化物を含む環境下での応力腐食割れの心配もないという利点がある。

#### 【0005】

例えば、特公昭51-13463号公報には、Cr:10~18wt%、Ni:0.1~3.4wt%、Si:1.0wt%以下およびMn:4.0wt%以下を含有し、さらにC:0.03wt%以下、N:0.02wt%以下に低減し、溶接熱影響部にマッシュマルテンサイト組織を生成させることによって、溶接部の性能を向上させた溶接構造用マルテンサイト系ステンレス鋼が開示されている。また、特公昭57-28738号公報には、Cr:10~13.5wt%、Si:0.5wt%以下およびMn:1.0~3.5wt%を含有し、さらにC:0.02wt%以下、N:0.02wt%以下に低減した上で、Niを0.1wt%未満に制限することによって



、溶接前後における予熱、後熱を不要とした溶接部の靱性および加工性に優れる構造用マルテンサイト系ステンレス鋼が開示されている。

## 【 0 0 0 6 】

しかしながら、特公昭51-13463号公報や特公昭57-28738号公報に開示された鋼材は、溶接棒を使用するアーク溶接性には優れるものの、電気抵抗溶接のように溶接時に急熱・急冷される場合の溶接部の硬質化・脆化に対しては、対策が講じられていなかった。そのため、電気抵抗溶接法によって製造される溶接軽量H形鋼や電縫溶接(E R W)パイプ用素材として用いるには問題があった。

## 【 0 0 0 7 】

また、建築構造物用の材料としては、より安価な鋼材の開発が望まれており、合金元素の低減や熱延板焼鈍の省略等による低コスト化技術の開発が期待されている。このような課題に対しては、例えば、特開平11-302737号公報には、Cr : 8 ~ 16wt%、Si : 0.05 ~ 1.5wt%、Mn : 0.05 ~ 1.5wt%を含有し、C : 0.005 ~ 0.1 wt%、N : 0.05wt%以下、C + N : 0.1wt%以下に低減した鋼素材を、1100 ~ 1250℃に加熱し、800℃以上で熱間圧延を終了し、700℃以上で巻き取った後、室温までの冷却速度を5℃/分以下とすることにより、熱延板焼鈍を省略する技術が開示されている。また、特開平2-305939号公報には、Cr : 3.5wt%以上10.5wt%未満、Si : 0.01 ~ 1.0wt%、Mn : 0.01 ~ 2.5wt%を含有し、C : 0.001 ~ 0.1wt%、N : 0.001 ~ 0.10wt%に低減した鋼材と、それに対してさらに非酸化性雰囲気または還元性火炎シールド中で電気抵抗溶接する軽量溶接H形鋼の製造技術が開示されている。

## 【 0 0 0 8 】

しかしながら、特開平11-302737号公報や特開平2-305939号公報に開示された鋼材は、いずれも引張強さが450MPaを超えるものであり、形鋼やパイプに成形した後、2次加工や穴あけといった作業を行う場合には、従来のSS400鋼用として設計された製造ラインをそのまま使用することが困難であるという問題があった。また、特開平2-305939号公報に開示された技術では、大気中で溶接した場合、ペネトレータと呼ばれる溶接加熱時に生成した酸化物が排出されずに残存し、引張試験に際し溶接部破断を生じるという問題があり、そのため、雰囲気を制御す

るための設備が必要となるという問題があった。【0009】

本発明の目的は、上記現状の問題点に鑑み、熱間圧延まますなわち熱延板焼鈍なしの状態で引張強さが400～450MPaであり、電気抵抗溶接を行った際の急熱・急冷によっても溶接部の脆化が生じないFe-Cr系の軽量形鋼用鋼板とその安価な製造方法を提案することにある。また、本発明の他の目的は、上記鋼板を用いて電気抵抗溶接により加工される軽量形鋼を提案することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

発明者らは、土木・建築構造物に用いた場合に必要な耐食性が得られかつ低コストを実現するため、Cr含有量が8mass%以上10mass%未満の低合金鋼に注目し、熱間圧延のままでの強度を400～450MPaの範囲とし、かつ電気抵抗溶接性が良好となる鋼板の成分組成と製造方法を検討した。その結果、Cr含有量が8mass%以上10mass%未満の鋼板では、溶接熱影響部が微細なマルテンサイト組織となることから、溶接部の脆化を防ぐには、熱影響部のマルテンサイト組織の過度な硬化を防ぐことが重要であることがわかった。

【0011】

マルテンサイトの硬さは、鋼材に固溶したC、N量に強く依存する。そのため、アーク溶接のように溶接後の冷却速度が比較的緩やかな溶接法を採用する従来の技術では、鋼板のC、N含有量の低減を図ることにより、400～450MPaの範囲の強度を有した加工性、溶接性に優れかつ溶接部の靱性が良好な鋼板を得ることが可能である。ところが、溶接軽量H形鋼や電縫管の製造に用いられる電気抵抗溶接を従来鋼板に適用した場合には、熱影響部での硬化が著しく、十分な強度・靱性バランスが得られなくなるという問題がある。特に、上記脆化は、溶接時に800～900℃に加熱された部分で最も著しくなる。

【0012】

この理由は、次のように考えられている。すなわち、鋼は、上記温度域では $\alpha$  +  $\gamma$ の2相となるが、 $\alpha$ 相と $\gamma$ 相とではCおよびNの固溶量が大きく異なるため、 $\gamma$ 相となった部分には、 $\gamma$ 単相となった場合に比べて高い濃度のC、Nが濃化する。このC、Nが濃化した $\gamma$ 相は、溶接後の冷却過程で硬質のマルテンサイト

相に変態し、溶接部の脆化を引き起こす。しかし、通常のアーク溶接では、溶接部近傍は、溶接後、空冷(放冷)されるため、上記マルテンサイトの硬化はそれほど著しくない。これに対し、電気抵抗溶接では、溶接に伴う急熱・急冷がアーク溶接に比べて著しいうえ、溶接チップ等の周辺機器の過熱を防止するために溶接機の近傍を水冷している場合、溶接部近傍の鋼材は溶接直後に極めて急速に冷却され、マルテンサイト相が硬質化し、脆化が著しくなる。そのため、電気抵抗溶接が行われる材料においては、鋼材の成分およびミクロ組織の制御がますます重要となってくるのである。

#### 【 0 0 1 3 】

発明者らは、溶接部の脆性問題を解決するため、まずC、N含有量の低減を試みた。しかしながら、過度のC、N量の低減は、溶接熱影響部のマルテンサイト生成能の低下を招くほか、いわゆる粗大フェライトが生成するようになり、溶接部の特性は逆に低下した。また、Ti、Nbといった強い炭窒化物形成元素を添加した場合にも、固溶C、N量が過度に減少し、同様の結果となった。

#### 【 0 0 1 4 】

そこで、発明者らは、電気抵抗溶接性を改善するためには、電気抵抗溶接時に2相域に加熱され冷却されて生成するフェライト+マルテンサイト組織のミクロ組織の改善が必須と考えた。そして、マルテンサイト相の硬質化を防止することに加え、母材結晶粒を微細化してフェライト相の靱性を改善することの2点に着目して詳細な検討を行った。その結果、(1)N含有量の低減に加え、Vを適量添加することにより、2相域加熱部に生成するマルテンサイトの硬さの上昇を抑えることができること、(2)熱間圧延の粗圧延の少なくとも1パスを圧下率30%以上とすることにより、母材のフェライト組織が微細化し、電気抵抗溶接による2相域加熱部分での脆性が大きく改善されることを見出し本発明に想到するに至った。また、鋼中の成分、特に、Cr、Mnの低減に加え、Cuを適量添加することにより、溶接部における未排出のペネトレータの生成が抑制され、大気中においても、電気抵抗溶接が良好に行えることを見出した。

#### 【 0 0 1 5 】

すなわち、本発明の要旨構成は、C：0.0025～0.010mass%、N：0.0025～0.0

0.60mass%、C + N : 0.015mass%以下、Si : 0.01~1.0mass%、Mn : 0.01~0.30mass%、P : 0.04mass%以下、S : 0.03mass%以下、Cr : 8.0mass%以上10.0mass%未満、Cu : 0.01~1.0mass%、Ni : 0.01~1.0mass%、V : 0.03~0.20mass%、Al : 0.05mass%以下を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の組成からなり、引張強さが400~450MPaであることを特徴とする軽量形鋼用鋼板である。

【0016】

なお、本発明の軽量形鋼用鋼板は、上記成分組成に加えてさらに、Mo : 1.0mass%以下を含有することが好ましい。また、上記軽量形鋼は、電気抵抗溶接によって所定形状に成形加工されることが好ましい。

【0017】

また、本願発明は、C : 0.0025~0.010mass%、N : 0.0025~0.0060mass%、C + N : 0.015mass%以下、Si : 0.01~1.0mass%、Mn : 0.01~0.30mass%、P : 0.04mass%以下、S : 0.03mass%以下、Cr : 8.0mass%以上10.0mass%未満、Cu : 0.01~1.0mass%、Ni : 0.01~1.0mass%、V : 0.03~0.20mass%、Al : 0.05mass%以下を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物からなる鋼素材を1100~1250℃の温度に加熱し、1000℃超の温度において圧下率が30%以上となる粗圧延を少なくとも1パス行った後、930℃超の温度で熱間圧延を終了し、810℃超の温度で巻取り、800~400℃間の冷却速度を2℃/分以下とすることにより、引張強さが400~450MPaの範囲とすることを特徴とする軽量形鋼用鋼板の製造方法を提案する。

【0018】

なお、本発明の製造方法においては、上記鋼素材の成分組成に加えてさらに、Mo : 1.0mass%以下を含有することが好ましい。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

まず、本発明に係る鋼板の成分組成を限定した理由について説明する。

C : 0.0025~0.010mass%、N : 0.0025~0.0060mass%およびC + N : 0.015mass%以下

C, Nは、溶接熱影響部に生成するマルテンサイト相の硬さに大きな影響を及ぼす。溶接熱影響部の靱性および加工性を改善し、溶接割れを防止するには、従来から知られているように、C, Nの低減が有効である。しかし、C, Nの含有量を過度に低減すると、精錬コストの増大を招くだけでなく、溶接熱影響部でのマルテンサイト生成能を低下させ、同部での粗大フェライトの生成を助長し、溶接部の靱性を著しく低下させる。そのため、C, Nは、それぞれ0.0025mass%以上含有させる必要がある。

## 【 0 0 2 0 】

また、本発明では、電気抵抗溶接による2相域加熱部に生成するマルテンサイト相の硬さの増加を防止するため、特に、Nを0.0060mass%以下、好ましくは0.0050mass%以下に低減させることが極めて重要である。さらに、後述するVを適量添加することにより、 $\gamma$ 単相となる温度域に加熱された部分のマルテンサイト生成能を低下させることなく、2相域加熱部のマルテンサイト相の硬さを低く抑えることが可能となる。CおよびC+Nの上限は、2相域加熱部のマルテンサイト相生成による同部の脆化を防ぐため、それぞれ0.010mass%、0.015mass%とした。特に好ましい組成範囲は、C : 0.004~0.008mass%、N : 0.0030~0.0050mass%である。

## 【 0 0 2 1 】

Si : 0.01~1.0mass%

Siは、脱酸剤としてまた強度を得るために添加される元素である。含有量が0.01mass%未満では十分な脱酸効果が得られず、一方、1.0mass%以上の過剰添加は、靱性や加工性の低下を招くばかりでなく、溶接熱影響部でのマルテンサイト生成能を低下させる。そのため、Si量は0.01~1.0mass%の範囲に限定した。特に好ましくは0.1~0.5mass%の範囲である。

## 【 0 0 2 2 】

Mn : 0.01~0.30mass%

Mnは、オーステナイト相( $\gamma$ 相)安定化元素であり、溶接熱影響部の組織をマルテンサイト組織として溶接部の靱性の改善に寄与するが、電気抵抗溶接における2相域加熱部に生成するマルテンサイトの硬さを上昇させ、脆化の原因となるほ

か、MnSを形成して耐食性の低下を招く。そのため、Mn添加量の上限を0.30mass%に制限した。一方、Mnは、Siと同様、脱酸剤としても有用なので、下限を0.01mass%とした。特に好ましくは、0.10～0.30mass%の範囲である。

## 【 0 0 2 3 】

P : 0.04mass%以下

Pは、熱間加工性や成形性、靱性を低下させるだけでなく、耐食性に対しても有害な元素である。特に、含有量が0.04mass%を超えると、その影響が顕著になるので、Pの含有は、0.04mass%以下に制限する。より好ましくは0.030mass%以下である。

## 【 0 0 2 4 】

S : 0.03mass%以下

Sは、Mnと結合してMnSを形成し、耐食性や耐久性を低下させる原因となる。また、Sは、結晶粒界に偏析して粒界脆化を促進する有害元素でもあるので、極力低減することが好ましい。特に、含有量が0.03mass%を超えると、その悪影響が顕著になるので、Sの含有は、0.03mass%以下に規制する。より好ましくは、0.008mass%以下である。

## 【 0 0 2 5 】

Cr : 8.0mass%以上10.0mass%未満

Crは、耐食性の改善に有効な元素であるが、8.0mass%未満では十分な耐食性の確保が難しい。一方、Crを10.0mass%以上添加させるとコストの増加を招くうえ、熱間圧延のままで所望の強度とすることが困難となるため、添加量を8.0mass%以上10.0mass%未満の範囲に限定した。

## 【 0 0 2 6 】

Cu : 0.01～1.0mass%、

Cuは、耐食性を向上させるのに有効な元素であり、建築構造物等の長寿命化を図る目的で添加する。また、本発明では、大気中での電気抵抗溶接を可能とするために、特に積極的に添加する元素である。Cu添加により、溶接時のペネトレータの残留が抑制される理由は明らかではないが、CrやMnといった溶接部に酸化物を生成しやすい元素の低減に加えて、貴な元素であるCuを適量添加することによ

り、溶融部分での酸化物の生成が抑えられたためと考えられる。しかし、0.01mass%未満の添加では、これらの添加効果に乏しく、一方、1.0mass%を超える過度の添加はコストの増加を招くほか、熱間割れ感受性が強くなって熱延時の脆化の原因となるおそれがあるため、0.01~1.0mass%の範囲に限定した。Cuの下限は、より好適には、耐食性改善効果が顕在化する0.1mass%とするのがよく、一方、上限は、熱間割れ防止と加工性の観点から0.7mass%とするのが好ましい。

## 【 0 0 2 7 】

Ni : 0.01~1.0mass%

Niは、延性、靱性を向上させる元素である。本発明では、特に、溶接熱影響部の靱性を向上させるため、さらに、耐錆性を改善するために添加する。しかし、含有量が0.01mass%に満たないとその添加効果に乏しく、一方、1.0mass%を超えると効果が飽和するだけでなく、素材の硬質化やコストの増大を招くので、Ni量は、0.01~1.0mass%の範囲に限定した。

## 【 0 0 2 8 】

V : 0.03~0.20mass%

Vは、本発明において非常に重要な元素であり、適量添加することにより、電気抵抗溶接を行った際の溶接部近傍の組織を好ましく制御することができる。すなわち、電気抵抗溶接熱における影響部の脆化を防止するには、(1)  $\gamma$  単相温度域以上に加熱された部分のマルテンサイトへの変態能を低下させないこと、および、(2)  $\alpha + \gamma$  の2相域に加熱された部分に生成するマルテンサイトを過度に硬化させないこと、の2点が重要であるが、Vの添加により、その両方が可能となる。

## 【 0 0 2 9 】

Vの添加により、これらの特性が改善される機構は明らかではないが、以下のように考えられる。TiやNbのように、C、Nに対する強い安定化作用を有する元素を添加した場合には、これらの炭窒化物が生成・析出し、そのため、固溶C、N量が著しく低下して、溶接熱影響部のマルテンサイト生成能を極端に低下させてしまうことは先に述べた通りである。これに対して、Vを添加した場合には、Vは、TiやNbほどC、Nとの親和力が強くないため、 $\gamma$  単相温度域以上に加熱さ

れた部分での著しい固溶C，N量の低下が起こらず、この部分のマルテンサイト変態能を十分に確保することが可能となる。

#### 【0030】

さらに好ましいことは、2相域となる温度域では、Vの炭窒化物が十分に安定であるため、固溶C，N量が低く抑えられ、 $\gamma$ 相への固溶C，Nの濃化が原因で起きるマルテンサイト相の硬質化が起こり難い。すなわち、Nの低減に加えて、Vを適量添加することにより、 $\gamma$ 単相域以上に加熱された部分のマルテンサイト生成能を低下させることなく、2相域加熱部のマルテンサイト相の硬さを低く抑えることが可能となり、その結果、溶接熱影響部の全域にわたって、優れた靱性を具備させることが可能となるのである。しかしながら、添加量が0.03mass%未満では、上記添加効果を十分に得られず、一方、0.20mass%を超えて添加すると、溶接熱影響部でのマルテンサイト生成能が著しく低下し、溶接部の靱性が低下する。そのため、Vの添加量は、0.03～0.20mass%の範囲に限定する。

#### 【0031】

Al：0.05mass%以下

Alは、脱酸剤として有用なだけでなく、鋼板の曲げ加工性の改善に有効に寄与する。しかし、含有量が0.05mass%以上となると介在物が多くなって機械的性質の劣化を招くため、Alは、0.05mass%以下に限定した。なお、このAlは、特に含有されていなくてもよい。

#### 【0032】

Mo：1.0mass%以下

Moも、耐食性の改善に有効な元素であり、本発明では、必要に応じて添加することができる。しかしながら、1.0mass%を超えて添加すると、加工性が著しく低下するほか、目的の強度が得られなくなるため、添加量を1.0mass%以下に制限する。なお、耐食性と強度・加工性のバランスという観点からは、0.1～0.5mass%の範囲が好適である。

#### 【0033】

次に、本発明に係る鋼板の特性について説明する。

本発明の鋼板は、引張強さが400～450MPaの範囲であることが必要である。建



築構造用の軽量形鋼は、従来、主としてSS400鋼を加工して製造されていたが、その生産ラインをそのまま活用し、本発明鋼板のようなCr含有鋼板を加工するためには、前記SS400鋼等と同程度の加工性を有することが必要である。そのためには、引張強さを400～450MPaの範囲とすることが必要である。引張強さが450MPaを超えると、加工性が低下するため、軽量形鋼の生産ラインの設備増強が必要となるので好ましくない。また、400MPaを下回ると、成形加工の際に過度の変形が生じる他、製品である軽量形鋼の所定の強度が得られなくなる。

## 【 0 0 3 4 】

次に、本発明に係る鋼板の製造方法について説明する。

上記本発明の成分組成に調整した溶鋼を、転炉または電気炉等の公知の溶製炉にて溶製したのち、真空脱ガス(RH法)、VOD(Vacuum Oxygen Decarburization)法、AOD(Argon Oxygen Decarburization)法等の公知の精錬方法で精錬し、次いで、連続鋳造あるいは造塊一分塊法で鋼スラブ(鋼素材)とする。この際の、スラブ厚は、熱間圧延での圧下率を大きくするため、100mm以上とするのが好ましい。

## 【 0 0 3 5 】

次いで、鋼スラブは、1100～1250℃に加熱された後、熱間圧延されて熱延鋼板とされる。スラブ加熱温度が1250℃を超えると、スラブ垂れが著しくなり、また結晶粒が粗大化し、熱延板の靱性が低下する。一方、1100℃未満の加熱温度では、熱間圧延での仕上温度を930℃超えとすることが困難となる。

## 【 0 0 3 6 】

本発明では、熱間圧延の粗圧延工程において、1000℃超の温度域で、圧下率が30%以上である圧延を少なくとも1パス以上行う必要がある。この圧延により、鋼板の結晶組織が微細化されて、母材自身の靱性が向上するほか、電気抵抗溶接時の2相域加熱部分の脆化防止にも効果がある。というのは、2相域加熱部のマルテンサイトは、鋼板のフェライト結晶粒界に生成し、これが過度に硬質化すると、割れの起点となり脆化が生じる。そこで、マトリックスとなるフェライト組織を微細にし、フェライト相の靱性を向上させておけば、亀裂の伝播が防止され、脆化が抑えられる。鋼板は、1000℃超の温度では $\gamma$ 単相であるが、1パス当り

の圧下率を30%以上とすることにより、フェライト相の生成サイトが増加し、結晶粒を微細化することができるからである。また、この際の圧延温度を1000℃超に限定したのは、熱延仕上温度を930℃超えとするためでもある。

## 【 0 0 3 7 】

本発明では、コイル巻取り後の自己焼鈍効果による軟質化を促進するため、熱間圧延の圧延仕上温度や巻取温度が限定される。特に本発明では、目的とする強度を得るために、熱間圧延終了後にフェライト変態を促進させ、400℃まで冷却する間に変態を完了させることが最も重要となる。圧延仕上温度を930℃超に限定したのは、2相域での圧延による加工フェライトの導入を防止すると共に、810℃超の巻取温度を確保するためである。810℃超の温度で巻取り、800～400℃の間の冷却速度を2℃/分以下とすることにより、鋼板組織をフェライト単相(一部炭窒化物)とすることができ、マルテンサイト相の生成を抑えることが可能となる。これにより、熱間圧延のまますなわち熱延板焼鈍を省略した状態での引張り強さを400～450MPaの範囲とすることができ、従来技術では不可能であった軟質化Fe-Cr系鋼板の提供が可能となる。そして、引張強さをSS400鋼と同等とすることにより、曲げ加工や穴あけといった2次加工を、従来の製造ラインをそのまま用いて行うことができる。

## 【 0 0 3 8 】

なお、本発明に係る熱延鋼板は、熱間圧延のままの状態で優れた加工性や靱性を具備するばかりでなく、溶接時に急熱・急冷を伴う電気抵抗溶接によっても溶接熱影響部の脆化が生じないという優れた特性を有する。また、本発明の鋼板は、熱間圧延のままの状態で使用可能であるが、必要に応じてショットブラスト、酸洗等によりスケールを除去したのち、あるいはさらに、研磨等により所望の表面性状に調整したのち、各種形状の形鋼の素材として用いることができる。さらに、本発明の鋼板は、土木・建築構造物等に用いられる種々の軽量形鋼の製造に使用されるものであるが、とくに、誘導加熱や直接通電加熱による電気抵抗溶接法によって製造される溶接軽量H形鋼や電縫溶接(E R W)パイプ等の製造に適するものである。また、必要に応じ、防錆剤等を塗布し使用することも可能である。

【 0 0 3 9 】

## 【実施例】

表 1 に示す成分組成になる鋼を、転炉－2 次精錬工程で溶製し、連続鋳造法で 200mm 厚の鋼スラブとした。これらの鋼スラブを、1170℃ に再加熱後、6 パス目の圧下率を 20～45% とする計 7 パスの粗圧延を施した後、最終仕上温度が 940～1050℃ とする 7 パスの仕上圧延により、4.5mm および 6.0mm 厚の熱延鋼板とした。なお、上記粗圧延において、6 パス目以外のパスの圧下率は 30% 未満とした。これらの熱延鋼板に対し、ショットブラスト、酸洗処理を施し、脱スケールを行った後、スリットしてから、高さ：300mm、幅：150mm、ウェブ厚さ：4.5mm、フランジ厚さ：6.0mm の寸法の溶接 H 形鋼を電気抵抗溶接により製造した。この際の溶接は、雰囲気ガス：大気中または窒素ガスパージとし、投入電力：330～370kW、通材速度：20～40m/min の条件で行った。この溶接 H 形鋼より、JIS G3353 に準拠し、圧延方向に 35mm 幅の引張試験片を切り出し、引張強さおよび破断位置を測定した。さらに、素材である熱延鋼板からも圧延方向に引張試験片 (JIS 5 号) を採取し、0.2% 耐力、引張強さ、降伏比および伸びを測定した。

【 0 0 4 0 】

【表1】

鋼	化 学 成 分 (mass%)														備 考
	Na	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	N	Cu	Ni	V	Mo	C+N	
1	0.0060	0.22	0.24	0.30	0.030	0.003	0.009	9.42	0.0046	0.51	0.20	0.08	—	0.0106	発明例
2	0.0025	0.20	0.27	0.025	0.006	0.006	0.010	9.96	0.0060	0.40	0.30	0.06	—	0.0085	発明例
3	0.0100	0.20	0.05	0.027	0.009	0.009	0.008	8.04	0.0026	0.46	0.18	0.03	—	0.0126	発明例
4	0.0054	0.21	0.30	0.026	0.004	0.004	0.020	9.44	0.0042	0.70	0.21	0.05	—	0.0096	発明例
5	0.0060	0.30	0.27	0.030	0.002	0.002	0.009	9.06	0.0044	0.30	0.13	0.20	—	0.0104	発明例
6	0.0060	0.10	0.26	0.010	0.001	0.001	0.001	8.97	0.0039	0.45	0.20	0.09	—	0.0099	発明例
7	0.0065	0.22	0.24	0.015	0.003	0.003	0.009	8.80	0.0035	0.41	0.21	0.08	—	0.0100	発明例
8	0.0094	0.46	0.15	0.030	0.003	0.003	0.010	9.42	0.0055	0.30	0.03	0.12	—	0.0149	発明例
9	0.0051	0.22	0.26	0.030	0.003	0.003	0.011	9.10	0.0044	0.05	0.20	0.04	0.33	0.0095	発明例
10	0.0055	0.20	0.25	0.029	0.005	0.005	0.014	9.23	0.0040	0.30	0.19	0.05	0.08	0.0095	発明例
11	0.0110	0.21	0.25	0.035	0.006	0.006	0.010	8.89	0.0039	0.34	0.22	0.04	—	0.0149	比較例
12	0.0059	0.22	0.26	0.034	0.004	0.004	0.009	9.06	0.0070	0.44	0.20	0.05	—	0.0129	比較例
13	0.0095	0.30	0.15	0.031	0.007	0.007	0.011	9.33	0.0058	0.30	0.01	0.04	—	0.0153	比較例
14	0.0089	0.20	0.24	0.030	0.004	0.004	0.013	9.27	0.0044	0.009	0.21	0.08	—	0.0133	比較例
15	0.0092	0.25	0.25	0.029	0.003	0.003	0.012	9.29	0.0055	0.40	0.30	0.01	—	0.0147	比較例
16	0.0069	0.24	0.50	0.030	0.003	0.003	0.014	8.95	0.0060	0.31	0.20	0.08	—	0.0129	比較例

【0041】

【表2】

鋼 No	熱 延 条 件				鋼板特性(4.5mm材、L方向、JIS 5号)				H形鋼製造条件			H形鋼引張特性		備 考
	粗圧延 6パス目 の圧下率 (%)	仕上圧延 温度 (°C)	巻取 温度 (°C)	800~400°C 間の 冷却速度 (°C/min)	0.2% 耐力 (MPa)	引 張 強 さ (MPa)	降伏比 (%)	伸 び (%)	溶 接 電 力 (kW)	通 材 速 度 (m/min)	雰囲気	引 張 強 さ (MPa)	破 断 位 置	
1	35	980	830	0.6	252	410	61	40	340	30	大気	420	ウェブ	発明例
	35	1000	850	0.6	260	410	63	41	370	35	窒素パージ	410	ウェブ	発明例
2	30	980	820	2.0	245	402	61	42	360	35	大気	404	ウェブ	発明例
3	35	1050	900	0.6	250	417	60	40	360	35	窒素パージ	417	ウェブ	発明例
4	45	940	815	0.6	280	421	67	40	360	30	大気	420	ウェブ	発明例
5	35	970	830	0.6	295	444	66	38	355	30	大気	440	ウェブ	発明例
6	40	980	850	0.6	275	420	65	40	350	35	大気	421	ウェブ	発明例
7	35	1000	900	0.6	297	433	69	39	350	35	大気	440	ウェブ	発明例
	35	980	850	0.3	300	448	67	38	330	20	窒素パージ	440	ウェブ	発明例
8	20	980	840	0.6	304	442	69	39	350	30	窒素パージ	310	溶接部	比較例
	35	980	840	2.5	351	495	71	32	350	30	大気	505	ウェブ	比較例
9	35	990	880	0.6	305	440	69	38	360	35	窒素パージ	450	ウェブ	発明例
10	35	970	850	0.6	280	432	65	38	370	35	大気	420	ウェブ	発明例
11	35	1050	910	0.6	321	450	71	34	360	30	大気	325	溶接部	比較例
12	35	980	840	0.6	297	420	71	37	355	30	大気	390	溶接部	比較例
13	35	980	820	0.6	330	461	72	33	330	20	窒素パージ	333	溶接部	比較例
14	35	970	820	0.6	280	443	63	36	355	30	大気	385	溶接部	比較例
15	35	980	830	0.6	299	430	70	36	350	25	大気	346	溶接部	比較例
16	35	980	830	0.6	297	418	71	39	350	30	大気	370	溶接部	比較例

## 【 0 0 4 2 】

上記実験の結果を表 2 に示す。本発明により製造した溶接 H 形鋼は、SS400 並みの強度を有し、電気抵抗溶接に伴う溶接部脆化も起きず、全てウェブ位置での破断となった。また、大気中での溶接においても、良好な溶接を行うことが可能であり、ペネトレータの未排出が原因で起きる溶接部破断は全く生じなかった。一方、本発明の範囲から外れる比較例では、目的の強度が得られず、また引張試験においては、溶接部で破断が生じ、十分な強度も得られなかった。

## 【 0 0 4 3 】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、鋼板の成分組成と熱間圧延条件とを適正に組み合わせることによって、SS400 鋼並みの強度を有し、しかも電気抵抗溶接を行っても溶接部で破断が起きない Fe-Cr 系の溶接形鋼用鋼板を得ることができる。しかも、本発明の鋼板は、土木・建築用の構造物に使用しても十分な耐食性と耐久性を有するため、ライフサイクルコストの低減を図ることができ、その工業的利用価値は極めて大きい。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱間圧延ままで引張強さが400～450MPaで、電気抵抗溶接を行っても溶接部の脆化が生じないFe-Cr系の軽量形鋼用鋼板およびその製造方法を提案する。

【解決手段】 C : 0.0025～0.010mass%、N : 0.0025～0.0060mass%、C + N : 0.015mass%以下、Si : 0.01～1.0mass%、Mn : 0.01～0.30mass%、P : 0.04mass%以下、S : 0.03mass%以下、Cr : 8.0mass%以上10.0mass%未満、Cu : 0.01～1.0mass%、Ni : 0.01～1.0mass%、V : 0.03～0.20mass%、Al : 0.05mass%以下を含有する鋼素材を1100～1250℃の温度に加熱し、1000℃超の温度において圧下率が30%以上となる粗圧延を少なくとも1パス行った後、930℃超の温度で熱間圧延を終了し、810℃超の温度で巻取り、800～400℃間の冷却速度を2℃/分以下とすることにより、引張強さが400～450MPaの熱延鋼板とする。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001258]

1. 変更年月日 1990年 8月13日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号  
氏 名 川崎製鉄株式会社
2. 変更年月日 2003年 4月 1日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号  
氏 名 JFEスチール株式会社